

## LIGHT-EMITTING SEMICONDUCTOR COMPONENT WITH LUMINESCENCE CONVERSION ELEMENT

Patent number: JP2000512806T

Publication date: 2000-09-26

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: H01L33/00; C09K11/80

- european: H01L33/00B2B; H01L33/00B3B

Application number: JP19980502117T 19970626

Priority number(s): WO1997DE01337 19970626; DE19961025622  
19960626; DE19961038667 19960920

Also published as:

WO9750132 (A1)  
EP0907969 (A1)  
JP2005260256 (A)  
JP2005252293 (A)  
JP2004111981 (A)

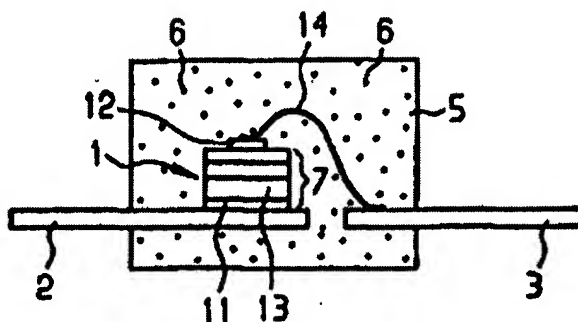
more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2000512806T

Abstract of correspondent: **WO9750132**

Light-emitting semiconductor component with a radiation-emitting semiconductor body (1) and a luminescence conversion element (4, 5). The semiconductor body (1) emits radiation in the ultraviolet, blue and/or green region of the spectrum, and the luminescence conversion element (4, 5) converts a part of this radiation into radiation of a greater wavelength. This enables light-emitting diodes which emit mixed-colour, in particular white, light by means of a single light-emitting semiconductor body to be produced. The specially preferred luminescence conversion dye is YAG:Ce.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-512806

(P2000-512806A)

(43) 公表日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テマコード (参考) |
|---------------------------|------|---------------|------------|
| H 0 1 L 33/00             |      | H 0 1 L 33/00 | N          |
| H 0 1 K 11/80             | CPM  | C 0 9 K 11/80 | CPM        |

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願平10-502117  
 (86) (22) 出願日 平成9年6月26日 (1997. 6. 26)  
 (85) 翻訳文提出日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/DE 97/01337  
 (87) 国際公開番号 WO 97/50132  
 (87) 国際公開日 平成9年12月31日 (1997. 12. 31)  
 (31) 優先権主張番号 19625622. 4  
 (32) 優先日 平成8年6月26日 (1996. 6. 26)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 19638667. 5  
 (32) 優先日 平成8年9月20日 (1996. 9. 20)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン  
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2  
 (72) 発明者 ウルリケ レー  
 ドイツ連邦共和国 D-80995 ミュンヘン  
 ホラーシュトラッセ 7アー  
 (72) 発明者 クラウス ヘーン  
 ドイツ連邦共和国 D-82024 タウフキルヘン  
 パーターナルパートマイヤーヴェーク 5  
 (74) 代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

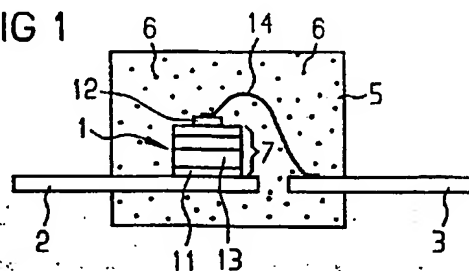
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍燐光体変換-エレメント付き半導体発光素子

(57) 【要約】

ビーム放射性的半導体発光素子 (1) と蛍燐光体変換-エレメント (4, 5) とを有する半導体発光素子。半導体発光素子 (1) は、紫外、青及び又は緑色スペクトル領域のビームを送出し、蛍燐光体変換-エレメント (4, 5) は当該のビームの一部を比較的大きな波長のビームに変換する。それにより、唯一の半導体発光素子を用いて色の混合ないし混色光、殊に白色光を放射する発光ダイオードを作製できる。特に有利にはルミネッセンス変換-色素として YAG:Ce が使用される。

FIG 1



## 【特許請求の範囲】

1. 半導体発光素子の作動中電磁波ビームを放射する半導体基体（1）、少なくとも1つの第1の電気接続端子と少なくとも1つの第2の電気接続端子（2，3）及び少なくとも1の蛍燐光体－材料ないし蛍光物質を有する蛍燐光体変換－エレメントを有し、前記電気接続端子（2，3）は、半導体基体（1）に導電的に接続されている発光半導体素子において、

半導体基体（1）は、半導体多層構造（7）を有し、該半導体多層構造（7）は、半導体素子の作動中、紫外、青色及び/又は緑色のスペクトル領域における第1の波長領域の電磁波ビームを送出するのに適しており、更に、前記蛍燐光体変換－エレメントは、第1波長領域に由来するビームを第1波長領域とは異なる第2の波長領域のビームに変換するように構成され、ここで、半導体発光素子は第1及び第2波長領域のビームから成る混合ビームを送出するように当該の変換のための構成がなされていることを特徴とする蛍燐光体変換－エレメントを有する半導体発光素子。

2. 蛍燐光体変換－エレメントは、第1波長領域のビームを、相互に異なるスペクトル部分領域における複数の第2の波長領域のビームに変換し、ここで

、半導体発光素子は第1及び第2波長領域のビームから成る混合ビームを送出するように変換するものであることを特徴とする請求の範囲1記載の半導体素子。

3. 蛍燐光体変換－エレメントは、半導体発光素子の主放射方向で見て実質的に半導体基体（1）の後方に配置されていることを特徴とする請求の範囲1記載の半導体発光素子。

4. 蛍燐光体変換－エレメントとして、半導体基体上に、又はその上方に、少なくとも1つのルミネッセンス変換層（4）が設けられていることを特徴とする請求の範囲1から3までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

5. 蛍燐光体変換－エレメントとして蛍燐光体変換－外囲器、エンベロープ（5）が設けられており、該蛍燐光体変換－外囲器、エンベロープ（5）は、少なくとも半導体基体（1）の少なくとも1部及び電気接続端子（2，3）の部分領域を包囲するように構成されていることを特徴とする請求の範囲1から3までの

うちいずれか1項記載の半導体発光素子。

6. 単数又は複数の第2の波長領域が、少なくとも部分的に、第1の波長領域より大きな波長 $\lambda$ を有していることを特徴とする請求の範囲1から5までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

7. 半導体基体(1)は、半導体素子の作動中紫外線ビームを送出し、蛍燐光体変換エレメントは、当該の紫外線ビームの少なくとも1部を可視光に変換するように構成されていることを特徴とする請求の範囲1から6までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

8. 混合ビームの第1及び第2波長領域は、少なくとも部分的に、相互に補色関係にあるスペクトル領域内に位置しており、それにより、白色光が生成されるように構成されていることを特徴とする請求の範囲1から7までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

9. 半導体基体から送出される第1波長領域及び2つの第2の波長領域が1つの加法的色トリオを生じさせ、ここで半導体素子の作動中該半導体素子により白色光が放射されるように構成されていることを特徴とする請求の範囲2項又は請求の範囲3項から7項までのうち何れか1項記載と結合された請求の範囲2項記載の半導体発光素子。

10. 半導体基体(1)により送出されたビームが青色スペクトル領域にて、 $\lambda = 430\text{ nm}$ , 又は $\lambda = 450\text{ nm}$ のもとでルミネッセンス強度最大値を有することを特徴とする請求の範囲1から9までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

11. 半導体基体(1)は不透光性の基底ケーシング

ゲ(8)の切欠部(9)内に配置されており、該切欠部(9)には、ルミネッセンス変換層(4)を有するカバー被覆体層が設けられていることを特徴とする請求の範囲1から10までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

12. 半導体基体(1)は不透光性の基底ケーシング(8)の切欠部(9)内に配置されており、該切欠部(9)は、少なくとも部分的に蛍燐光体変換エレ

メントにより充填されていることを特徴とする請求の範囲1から11までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

13. 蛍燐光体変換－エレメントは、種々の波長変換特性を有する複数の層を有することを特徴とする請求の範囲1から12までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

14. 蛍燐光体変換－エレメントは、プラスチック－マトリクスにて有機の色素分子を有し、該有機の色素分子は、例えばシリコン－可塑性又は熱硬化性材料から成ることを特徴とする請求の範囲1から13までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

15. 蛍燐光体変換－エレメントはエポキシ樹脂－マトリクスの有機色素分子から成ることを特徴とする請求の範囲14記載の半導体発光素子。

16. 蛍燐光体変換－エレメントは、ポリメタクリ

ルさんメチル (polymethylmethacrylate)－マトリクスの有機色素分子から成ることを特徴とする請求の範囲14記載の半導体発光素子。

17. 蛍燐光体変換－エレメント(4, 5)は蛍燐光体のグループのうち少なくとも1つの無機蛍燐光体－材料ないし蛍光物質(6)を有することを特徴とする請求の範囲1から13までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

18. 無機の蛍燐光体－材料ないし蛍光物質(6)は、Ceドーピングされた柘榴石、ガーネット(Garnet)のグループのうちのものであることを特徴とする請求の範囲17記載の半導体発光素子。

19. 無機の蛍燐光体－材料ないし蛍光物質は、YAG:Ceであること特徴とする請求の範囲18記載の半導体発光素子。

20. 無機の蛍燐光体－材料ないし蛍光物質はエポキシ樹脂－マトリクス内に埋め込まれていることを特徴とする請求の範囲17から19までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

21. 無機の蛍燐光体－材料ないし蛍光物質は低融点の無機ガラスから成るマトリクス内に埋め込まれていることを特徴とする請求の範囲17から19までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

22. 無機の蛍光体-材料ないし蛍光物質はほぼ $10\mu\text{m}$ の平均の粒子の大きさを有することを特徴とする請求の範囲20記載の半導体発光素子。

23. 蛍光体変換-エレメントは複数の種々の有機及び/又は無機の蛍光体-材料ないし蛍光物質(6)を有することを特徴とする請求の範囲1から22までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

24. 蛍光体変換-エレメントは複数の種々の有機及び/又は無機の、波長変換作用付き及び/又は無しの色素分子を有することを特徴とする請求の範囲1から23までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

25. 蛍光体変換-エレメント及び/又は透明の外囲器、エンベロープ(10, 15)は光分散性の粒子を有することを特徴とする請求の範囲1から24までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

26. 蛍光体変換-エレメントは、1つ又は複数の発光する4f-有機金属化合物を有することを特徴とする請求の範囲1から25までのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

27. 蛍光体変換-エレメント及び/又は透明外囲器、エンベロープ(10, 15)は、青色で発光する蛍光体-材料ないし蛍光物質を少なくとも1つ有することを特徴とする請求の範囲1から26ま

でのうちいずれか1項記載の半導体発光素子。

28. フルカラー天然色向きに好適なLED指示装置にて請求の範囲1から27項までのうち何れか1項記載の半導体発光素子を複数使用することを特徴とする半導体発光素子の使用法。

29. 航空機キャビンの内部空間照明のため、請求の範囲1から27項までのうち何れか1項記載の半導体発光素子を複数使用することを特徴とする半導体発光素子の使用法。

30. 指示装置の照明のため、例えば、液晶指示装置の照明のため、請求の範囲1から27項までのうち何れか1項記載の半導体発光素子を使用することを特徴とする半導体発光素子の使用方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 蛍光体変換－エレメント付き半導体発光素子

本発明は請求の範囲1記載の上位概念に記載の蛍光体変換－エレメントを有する半導体発光素子に関する。

その種の半導体基体は、例えば、DE3804293から公知である。ここには、エレクトロルミネッセンス－又はレーザダイオードが記載されており、レーザダイオードでは、ダイオードから放射されたエミッションスペクトル全体が光変換作用をする発光有機色素の混じったプラスチックから成るエレメント、素子を用いて、比較的大きな波長の方へシフトされる。それにより、装置機構から放射された光は、発光ダイオードから送出された光とは別の色を有する。プラスチックに添加された色素の種類に依存して、同一の発光ダイオードタイプ、型式により、種々の色で発光する発光ダイオードを作製できる。

DE-OS2347289から公知の赤外（IR）－固体ランプでは、IRダイオードの縁にて、蛍光体－材料ないし蛍光物質が取り付けられており、該蛍光体－材料ないし蛍光物質は、そこから放射されたIRビームを可視光に変換する。当該手段の目標は、コントロール目的のため、IRビームのできるだけわず

かな部分を、送出されたIRビームの強度の低減をできるだけわずかにして、可視光に変換することである。

更にEP486052から公知の発光ダイオードではサブストレートとアクティブなエレクトロルミネッセンス層との間に少なくとも1つの半導体基体－フォトルミネッセンス層が設けられており、該フォトルミネッセンス層は、アクティブ層からサブストレートの方へ送出された第1波長領域の光を、第2の波長領域の光へ変換し、その結果、発光ダイオードは、全体として相異なる波長領域の光を送出する。

発光ダイオードの数多の潜在的に可能の適用分野、例えば車両ダッシュボード、計器盤における指示素子、航空機及び自動車における照明並びに、フルカラー天然色向けのディスプレイの場合にて、混合光、殊に白色光を生じさせ得る発光ダイオードに対する要求が強く現れている。

J A-07176794-Aでは、白色光を送出する平面形光源が記載されており、該平面形光源では、透明板の1つの端面にて青色光を発する2つのダイオードが設けられており、該2つのダイオードは、光を透明板内に送出する。透明板は、相対向する2つの主面の上に蛍光作用をする物質で被覆されており、該蛍光物質は、ダイオードの青色光で励起されると光を発する。蛍光物質から発せられた光は、ダイオードから

発せられた青色光とは別の波長を有する。上記の公知の半導体発光素子では、発光物質を次のように被着することは特に困難である、即ち光源が均質な白色光を放射するように被着することは特に困難である。更に、量産上の再現可能性も大きな問題となる、それというのは、蛍光-発光層のわずかな厚層の変動だけでも、例えば、透明板の表面の非平坦性に基づき、それにより、放射された光の白色相の変化が惹起されるからである。

本発明の基礎を成す課題とするところは、均質な混合光をエミッション、放射し、極めて十分に再現可能な素子特性をを以て技術的に簡単な量産を保証、確保する半導体発光素子を開発、創出することにある。

前記課題は、請求の範囲1の半導体発光素子に係わる構成要件により解決される。本発明の有利な発展形態がサブクレーム2~27に記載されている。サブクレーム28~30には、本発明の半導体発光素子の有利な使用法の態様が記載されている。

本発明によれば、発光半導体基体は、多層構造を有し、該多層構造は、例えば、 $Ga \times In_{1-x}N$ 又は $Ga \times Al_{1-x}N$ から成る活性半導体層を有する多層構造ないし多層膜を有し、該多層構造ないし多層膜は、半導体素子の作動中、紫外、青色及び/又は緑色のスペクトル領域における第1の波長領域の電磁波ビームを送出するものである。蛍光体変換-エレメントは、第1

波長領域に由来するビームを、第1波長領域1とは異なる第2波長領域のビームに変換するように構成され、ここで、半導体発光素子は第1及び第2波長領域のビームから成る混合ビームを送出するように構成されているのである。換言すれ



ば、例えば蛍燐光体変換－エレメントは、半導体発光素子から送出されるビームを有利に、第1の波長領域のスペクトル部分領域に亘ってスペクトル的に選択的に吸収し、比較的長い波長の領域（第2の波長領域）にて放射する。有利には、半導体発光素子から送出されたビームが、 $\lambda \leq 520 \text{ nm}$ のもとで相対的な強度最大値を有し、そして、蛍燐光体変換－エレメントによりスペクトル的に選択的に吸収された波長領域が当該の強度最大値のところから外れたところに位置する。

同様に有利には、本発明によれば第1の波長領域に由来する複数の（1つ又は1つより多くの）第1のスペクトル部分領域が複数の第2の波長領域に変換され得る。それにより、多様の色混合及び色温度を生じさせることが可能である。

本発明の半導体発光素子は次のような特別な利点を有する、即ち、ルミネッセンス変換を介して生ぜしめられた波長スペクトル、ひいては放射された光の色が半導体発光素子を通る動作電流強度の高さに依存しないという特別な利点を有する。このことは、特に次のような場合大きな重要性を有する、即ち、半導体発光

素子の周囲温度、従って、亦動作電流強度も著しく変動する場合特に大きな重要性を有する。GaNをベースとする半導体発光素子を有する特別な発光ダイオードは、これに関して著しく敏感である。

更に本発明の半導体発光素子は、単一の制御電圧しか必要とせず、よって、亦単一の制御回路装置しか必要とせず、それにより、半導体発光素子の制御回路に対する構成部品コストを著しくわずかに抑えることができる。

本発明の特に有利な実施形態によれば、蛍燐光体変換－エレメントとして、半導体基体上に、又はその上方に、少なくとも1つのルミネッセンス変換層が設けられており、前記変換層は、部分透光性のルミネッセンス変換層であり、即ち、発光半導体基体から送出されるビームに対して部分的に透光性を呈するルミネッセンス変換層である。放射された光の統一的な色を確保するため、ルミネッセンス変換層が次のように構成されている、即ち、全く一定の厚さを有するように構成されている。このことにより得られる特別な利点とするところは、ルミネッセンス変換層を通して半導体基体から放射される光が、すべてのビーム方向に対してほぼ

一定であることである。それにより、半導体発光素子がすべての方向で同一色の光を放射することが達成される。当該の本発明の発展形態による半導体発光素子のさらなる特別な利点とす

るところは、簡単な手法で、高い再現性を達成できることであり、このことは、効率的な量産にとって極めて重要な意義がある。ルミネセンス変換層として、例えば蛍光体-発光材料の添加されたラッカー又は樹脂層を設けるとよい。

本発明の半導体発光素子の他の有利な実施形態によれば、蛍光体変換-エレメントとして蛍光体変換-外囲器、エンベロープが設けられており、該蛍光体変換-外囲器、エンベロープは、半導体基体の少なくとも1部（及び電気接続端子の部分領域）を包囲するように構成されており、そして、同時に構成部品カバー（ケーシング）として利用され得る。当該実施形態による半導体発光素子の利点とするところは、実質的に、従来発光ダイオード（例えば、ラジアル発光ダイオード（Radial-Leuchtdiode））の作製のため使用される生産ラインを当該の半導体発光素子の作製に利用できることである。構成部品-外囲器、エンベロープのため、従来発光ダイオードにおいてそのために使用される透明なプラスチックの代わりに、ルミネセンス変換-外囲器、エンベロープの材料が使用される。

本発明の半導体発光素子の更なる有利な実施形態及び上記の2つの有利な実施形態ではルミネセンス変換層ないしルミネセンス変換-外囲器、エンベロープは、透明材料、例えば、プラスチック、有利にはエポキシ樹脂（有利なプラスチック及び蛍光体-材料ないし

発光材料の事例が、更に以下示されている）から成る。そのようにして、ルミネセンス変換素子を特に有利なコストで作製できる。即ち、そのために必要な方法ステップは、大きなコストを掛けずに発光ダイオードのための従来の生産ラインに統合化可能である。

本発明の有利な発展形態によれば、第1の波長領域より大きな波長 $\lambda$ を有しているのである。

殊に、本発明の更なる実施形態によれば、単数又は複数の第2波長領域は、実

質的に第1の波長領域の第2の部分スペクトル領域及び第2波長領域は、相互に相補的である。そのようにして単一のカラーの光源、殊に、青色光を放射する単一の半導体基体を有する発光ダイオードから色の混合ないし混色の、殊に白色光を生じさせ得る。例えば青色光を送出する半導体基体により白色光を生じさせるため、半導体基体から送出されるビームの部分が、青色のスペクトル領域から青色に対して補色の黄色のスペクトル領域に変換される。白色光の色温度又は色個所は、ルミネセンス変換素子の適当な選定により、殊に、蛍光物質ないしその粒子の大きさ及びその濃度の適当な選定により可変できる。更に、前記配置構成は、有利には蛍光物質混合体を使用できるようにするものであり、それにより、有利に所望の色相を著しく精確に調整セッティングできる。同様にルミネセンス変換素子を、非均質に構成することもできる、例えば、蛍光物質分布により当

該の非均質な構成が可能になる。それにより、ルミネセンス変換素子を通る光の種々の波長を補償できる。

本発明の有利な実施形態では、ルミネセンス変換素子又は、構成部分のカバー被覆体が色整合、カラーマッチングのため1つ又は複数の色素を有し、該色素は、波長変換を行わせないものである。このための、従来の発光ダイオードの作製のため使用された色素を使用できる、例えば、アゾAzooー、アントラセンAnthracininー又はペリノンPerinonー色素を使用できる。

過度に高いビーム負荷から、ルミネセンス変換素子を保護するため、本発明の有利な実施形態ないし前記半導体発光素子の有利な実施形態によれば、半導体基体の表面の少なくとも一部が第1の外囲器、エンベロープ、有利には、透明なプラスチックから成る第1の外囲器、エンベロープにより被覆されるように構成され、前記の外囲器、エンベロープ上にルミネセンス変換層が被着されるのである。それにより、ルミネセンス変換素子におけるビーム密度、従って、そのビーム負荷が低減され、このことは、使用される材料に応じて、ルミネセンス変換素子の耐用寿命に好ましい影響を及ぼす。

本発明の特に有利な構成及び前述の実施形態では、発光半導体基体が使用され、該発光半導体基体では、半導体基体から送出されたビームが、波長420nm

～460nm、殊に430nm（例えば $Ga_{1-x}Al_xN$ をベースとした半導体基体）のもとで、又は $\lambda=450nm$ （例えば $Ga_{1-x}In_xN$ をベースとして半導体基体）との間の波長のもとでルミネッセンス強度最大値を有する。そのような本発明の半導体発光素子により、有利にC. I. E-色票、カラーチャートのほぼすべての色及び色の混合ないし混色を生じさせ得る。ここで、発光半導体基体は、上述のように、実質的に、エレクトロルミネッセンス半導体材料から成っていてもよいが、他の半導体材料から成っていてもよく、例えば、他のエレクトロルミネッセンス半導体材料、例えばポリマー材料から成っていてもよい。

本発明の更なる特に有利な発展形態では、ルミネッセンス変換-外囲器、エンベロープないしルミネッセンス変換層は、ラック又はプラスチックから作製される、例えばオプトエレクトロニック構成素子の外囲器、エンベロープのため使用されるシリコン材料、熱可塑性-は熱硬化性材料（エポキシ及びアクリル樹脂）から作製される。更に、例えば熱可塑性材料から作製されたカバー被覆体をルミネッセンス変換-エンベロープとして使用できる。上述のすべての材料に簡単に1つ又は複数の蛍光物質を添加することができる。

本発明の半導体発光素子は次のようにすれば特に簡単に実現できる、即ち、半導体基体は、場合により前もって作成されたケーシング内に基底ケーシングの切

欠部内に配置されており、そして、該切欠部は、ルミネッセンス変換層ないし蛍光体変換層を施されたカバー、被覆体を有する。その種の半導体発光素子を従来の生産ラインで量産的に作製できる。このために、ケーシング中への半導体基体の組付後、被覆部材、例えばラック、又は鋳込み又は射出成形樹脂層、又は熱可塑性材料から成る前以て作られている被覆板をケーシング上に被着しさえすればよい。オプション的に、ケーシングの切欠部を、透明な材料、例えば透明なプラスチックで充填でき、該透明なプラスチックは、殊に、半導体基体から送出される光の波長を変化させず、又は必要な場合、既に、ルミネッセンス変換作用をするように構成することができる。

特に簡単な実現可能性に基づき特に有利な本発明の半導体発光素子の発展形態では、半導体基体は、場合により前以て作られた、そして、必要に応じて、既に

リードフレームを備えたケーシング内に設けられ、そして、切欠部は、少なくとも部分透明性の注型ないし鑄込み、ないし射出成形樹脂で充填され、該樹脂には、蛍光物質が切欠部の注入前に既に添加されている。従って、ここで、ルミネセンス変換素子は、蛍光物質を備えた、半導体基体の鑄込み、ないし射出成形体を有する。

ルミネセンス変換素子の作製のための特に有利な材料は、1つ、又は複数の蛍光物質の添加されたエポキシ樹脂である。但し、エポキシ樹脂の代わりに、ポリメタクリルさんメチル (polymethylmetacrylate) (PMMA) を使用することもできる。

PMMAには、簡単に有機色素粒子を混入し得る。緑、黄、赤色で発光する本発明の半導体発光素子の作製のため、例えば、Peryleneをベースとした色素分子を使用できる。UV、可視又は赤外領域で発光する半導体発光素子を4f-有機金属化合物の混入によって作製することもできる。殊に-赤色に発光する本発明の半導体発光素子を、例えば、Eu<sup>3+</sup>に基づく

金属有機性キレートChelaten ( $\lambda \approx 620 \text{ nm}$ ) の混合により実現できる。赤外ビームを放射する半導体発光素子、殊に、赤色を送出する半導体基体を、4f-キレートChelaten又はTi<sup>3+</sup>ドープしたサファイヤの混入により作製できる。

白色光を放射する本発明の半導体発光素子は、有利に次のようにして作製できる、即ち、半導体基体から送出された青色ビームが補色の波長領域、殊に青と黄、又は加法的色トリオ、例えば青、赤、黄に変換されるように蛍光物質を選定するのである。ここで、黄～緑及び赤色光は、蛍光物質を介して生ぜしめられる。ここで、それにより、生ぜしめられた白色の色相 (CIE色表テーブルにおける色個所) は、混合及び濃度に関し単数又は複数の色素の適当な選定により変化せしめられ得る。

各色光を放射する本発明の半導体発光素子の適当な有機蛍光物質は、Perylene-蛍光物質、例えば、緑をルミネセンスに対してBASF-Lumogen F 083 ルミネセンスに対しては 赤色 BASF-Lumogen F 240である。前記の色素は、簡単に、例えば透明なエポキシ樹脂に添加し得る。

青色を放射する半導体基体により緑青色を放射する半導体基体を作製する有利な方法によればルミネセンス変換素子に対して、 $\text{UO}_2^{+}$ -置換されたホウケイ酸ガラス (Borsilikat) を使用する。

本発明の半導体発光素子ないし上述の有利な実施形態の更なる有利な発展形態によれば、ルミネセンス変換素子又は構成部品-外囲器、エンベロープの他のビーム透過性のコンポーネントに、付加的に光分散する粒子、所謂ディフューザ、拡散体が添加される。これにより、有利に半導体発光素子の色印象、色感及び放射特性を最適化できる。

本発明の半導体発光素子の特に有利な実施形態では、ルミネセンス変換素子は、少なくとも部分的に無機の蛍光物質を有する透明なエポキシ樹脂から成る。即ち、有利には、無機の蛍光物質を簡単にエポキシ樹脂内でバインディングできるからである。白色で発光する本発明の半導体発光素子の作製のための特に有利な

無機の蛍光物質は、蛍光体-材料  $\text{YAG}:\text{Ce}$  ( $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ) である。この蛍光体-材料は、従来LED技術にて使用された透明なエポキシ樹脂内に混入できる。更に、蛍光物質として可能なものは、稀土類でドーピングされた更なる石榴石、ガーネットないし花崗岩 (Granate) 例えば  $\text{Y}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  及び  $\text{Y}(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Tb}^{3+}$  及び  $\text{Y}(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Tb}^{3+}$  並びに稀土類でドーピングされたアルカリ土類-硫化物、例えば  $\text{SrS}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Na}:\text{SrS}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Cl}:\text{SrS}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Ce}^{3+}$  及び  $\text{SrSe}:\text{Ce}^{3+}$  である。

種々の色の混合ないし混色の光の生成に適するのは、特に稀土類でドーピングしたThiogallate, 例えば、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$  及び  $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$  である。同様に下記の例示した稀土類でドーピングされたアルミ酸塩も

可能である；

$YAlO_3:Ce^{3+}$ ,  $YGaO_3:Ce^{3+}$ ,  $Y(Al, Ga)O_3:Ce^{3+}$  及び稀土類でドーピングされたオルト珪酸塩  $M_2SiO_3:Ce^{3+}:Ce^{3+}$  ( $M:Sc, Y, Sc$ ) 例えば  $Y_2SiO_3:Ce^{3+}$ 。すべてのイットリウム化合物において基本的にイットリウムを、スカンジウム又はランタンで置換できる。

本発明の半導体発光素子の更なる可能な実施形態において、少なくともすべての外囲器、エンベロープの

光を透過させるコンポーネント、即ち、無機の蛍光物質及び埋込材料を1つの作動工程で作製できる。ルミネセンス変換-外囲器、エンベロープないし変換層も、無機材料だけから成る。従って、ルミネセンス変換素子は、無機の蛍光体材料から成り、該無機の蛍光体材料は、温度安定性の透明又は部分的に透明の無機材料内に埋め込まれる。殊に、ルミネセンス変換素子は、無機の蛍光体材料から成り、該無機の蛍光体材料は、有利には低融点の無機ガラス（例えば珪酸塩ガラス）内に埋め込まれる。その種のルミネセンス変換層の有利な作製法はゾルーゲル技術であり、該ゾルーゲル技術によりルミネセンス変換層全体、即ち、無機蛍光物質のみならず、埋込材料をも1つの作業工程にて作製できる。

第1の波長領域の、半導体基体から送出されたビームを、第2の波長領域の、ルミネセンス変換されたビームと混合すること、ひいては放射された光の色均質性を改善するため、本発明によるルミネセンス外囲器エンベロープないしルミネセンス変換層及び／又はルミネセンス外囲器エンベロープの他のコンポーネントの半導体発光素子の有利な実施形態では、青色で発光する色素が添加され、該青色で発光する色素は、半導体基体から放射されたビームの所謂指向特性を減衰する。指向特性とは、半導体基体から送出されたビームが特定の放射方向を有することを意味する。

本発明の半導体発光素子の有利な実施形態では送出されたビームの混合の上記目的のため粉末の形態の無機蛍光物質が使用され、ここで、蛍光物質粒子は、こ

れを包む材料（マトリクス）内では溶けない、ないし分解しない。更に、無機の蛍光物質及びこれを包む材料は、相互に異なる屈折率を有する。それにより蛍光物質に依存して、蛍光物質により吸収されなかった光の成分が分散される。それにより、半導体基体から放射されたビームの指向特性が効率的に減衰され、その結果吸収されなかったビーム及びルミネセンス変換されたビームが均質に混合され、それにより、空間的に均質の色印象、色感が生ぜしめられる。

白色光を放射する本発明の半導体発光素子は、特に有利に次のように実現できる、即ち、ルミネセンス変換—外囲器エンベロープ又は変換層の作製に使用されるエポキシ樹脂に無機蛍光物質  $YAG:Ce$  ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ) が混合されるようにするのである。半導体基体から送出される青色ビームの一部が無機の蛍光物質  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  により黄色スペクトル領域に、従って、青色に対して補色の波長領域にシフトされる。色相 (CIE—カラーチャートにおける色個所) を色素混合及び濃度により変化させることができる。

更に無機の蛍光物質  $YAG:Ce$  は就中、次のような特別な利点を有する、即ち、ほぼ 1.84 の屈折率

を有する非溶性色素 ( $10\mu m$  の領域の粒度ないし粒の大きさ) であるという特別な利点を有する。それにより、波長変換のほかに、分散効果も生じ、それにより青色のダイオードビーム及び黄色の変換ビームの混合が生ぜしめられる。

本発明の半導体発光素子の更なる有利な発展形態では、ルミネセンス変換素子又は構成部品—外囲器エンベロープの他のビーム透過性のコンポーネントに、付加的に光分散性の粒子、所謂ディフューザ、拡散体が添加される。これにより、有利に半導体発光素子の色印象、色感及び放射特性を更に一層最適化できる。

特別な利点とするところは、白色発光する本発明の半導体発光素子ないしそれの上記の実施形態の発光効率が実質的に  $GaN$  をベースとして作製された青色発光する半導体基体について白熱灯の発光効率と同等であることである。その理由は、一方ではその種の半導体基体の外部量子収率が数%であり、他方では有機色素分子の発光効率が屢々 90% 以上のところに定在的に位置していることにある。更に本発明の半導体発光素子は、白熱灯に比して極めて長い耐用寿命、一層よ



り大のロバスト性及び一層より小さい動作電圧という優れた特長を有する。

本発明の半導体発光素子の肉眼にとって知覚可能な明るさを、ルミネセンス変換素子の設けられていないが他の点では同一である半導体発光素子に比して著し

く高めることができる、それというのは、視感特性は、波長が高くなるほうに向かって増大するからである。

さらに、本発明の基本的手法により有利に、半導体基体により、可視光ビームのほかに送出される紫外線ビームを可視光に変換できる。それにより、半導体基体から送出される光の明るさが著しく高められる。

半導体基体の青色光を以てのルミネセンス変換のここで論じられるコンセプトを有利に下記のシェーマ、パターンに従って、多段のルミネセンス変換素子に拡大し得る。即ち、紫外⇒青色⇒緑色⇒黄色⇒赤色というシェーマに従って拡大し得る。ここでスペクトルの選択的にエミッションをする複数のルミネセンス変換素子が半導体基体に対して相対的に直列的に、相前後して配置される。

同様に有利に複数の種々の選択的にエミッション、放射をする色素分子を共に、ルミネセンス変換素子の透明プラスチック内に埋込むことができる。これにより著しく広幅の色スペクトルを生成できる。

ルミネセンス変換素子として、殊にYAG:Ceが使用されるようにした本発明の白色光をエミッション、放射する半導体発光素子の特別な利点とするところは、当該の変換素子が青色光で励起の際、吸収とエミッション、放射との間では100nmのスペクトルシフトを生じさせることにある。それにより、蛍光物

質からエミッション、放射された光の再吸収の著しい低減、ひいては一層高い発光効率が得られる。更に、YAG:Ceは、有利に高い熱的及び光化学的（例えばUV-）安定性（これは有機蛍光物質より遥かに高い）を有し、その結果、外部での使用及び／又は高温領域向けの白色光で発光するダイオードも作製可能である。

YAG:Ceは、これまで、再吸収、発光効率、熱的及び光化学的安定及び処理性に関して最も適している蛍光物質であることが判明している。但し、他の

、Ceドーピングした蛍光体材料、殊に、Ceドーピングした石榴石、ガーネット（Granate）も可能である。

特に有利には、本発明の半導体発光素子を、そのわずかな低い消費電力に基づき、フルカラー天然色ディスプレイにて、車両内部空間又は航空機キャビン並びに車両計器盤のような指示装置又は液晶指示のため使用できる。

本発明の更なる特徴点、利点及び有用性は、図1～14に関連した9つの実施例に対する以降の説明から明らかとなる。

図1は、本発明の半導体発光素子の第1実施例の断面略図である。

図2は、本発明の半導体発光素子の第2実施例の断面略図である。

図3は、本発明の半導体発光素子の第3実施例の断面略図である。

図4は、本発明の半導体発光素子の第4実施例の断面略図である。

図5は、本発明の半導体発光素子の第5実施例の断面略図である。

図6は、本発明の半導体発光素子の第6実施例の断面略図である。

図7は、Gaをベースとした多層構造を有する青色光をエミッション、放射する半導体基体からのエミッション、放射スペクトルの概略的特性図である。

図8は、白色光を放射する2つの本発明の半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルの概略的特性図である。

図9は、青色光を送出する半導体基体の断面略図である。

図10は、本発明の半導体発光素子の第7実施例の断面略図である。

図11は色の混合ないし混色の赤色光を放射する本発明の半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルの概略的特性図である。

図12は白色光を放射する本発明の更なる半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルの概略的特性図である。

図13は本発明の半導体発光素子の第8実施例の断

面略図である。

図14は、本発明の半導体発光素子の第9実施例の断面略図である。

図1に示す半導体発光素子は、半導体基体1と、背面コンタクト11と、前面

コンタクト12と、複数の様々の層から成る多層構造7とを有し、該多層構造7は、半導体素子の作動中、少なくとも1つのアクティブ活性的なゾーンを有する。該ゾーンは、1つのビーム（例えば、紫外、青色及び/又は緑色）を送出する。

当該の実施例及び以下述べるすべての実施例に対する適当な多層構造7を図9に示す。ここで、サブストレート19—これは、例えば、SiCから成る—上に、下記のものから成る多層構造7が被着されている、即ち、AlN—又は、Ga—層19、n—導電形Ga—層20、n—導電形GaAl<sub>1-x</sub>N—又はGaIn<sub>1-x</sub>N—層21、更なるn—導電形Ga—又はGaIn<sub>1-x</sub>N—層22、p—導電形GaAl<sub>1-x</sub>N—又はGaIn<sub>1-x</sub>N—層23及びp—導電形Ga—層24から成る多層構造7が被着されている。p—導電形Ga—層24主面25上及びサブストレート18の主面26上に、夫夫、コンタクト金属化部27が被着されている。該コンタクト金属化部27は、従来、電氣的コンタクトのためのオプトエレクトロニクス半導体技術にて使用された材料から成る。

しかしながら、本発明の半導体素子に対して当業者

に適當と思われる何れの任意の他の半導体素子をも使用することができる。このことは、以下述べるすべての実施例に対しても成り立つ。

図1の実施例では、導電性結合手段、例えば、金属性ろう、又は、接着剤を用いて、第1の電氣的接続端子2上の背面電極コンタクト11に取り付けられている。前面電極コンタクト12は、ボンディング線ワイヤ14を用いて第2の電氣的接続端子3に接続されている。

半導体基体1の自由な表面及び電氣的接続端子2及び3は、直接的にルミネセンス変換—外囲器エンベロープ5により包囲されている。このルミネセンス変換—外囲器エンベロープは、有利には、透明な発光ダイオード—外囲器エンベロープに使用可能な透明プラスチック（有利にはエポキシ樹脂又はポリメタクリルさんメチル（polymethylmetacrylate）から成り、これには、白色光で発光する構成素子用の蛍光物質6、有利には無機の蛍光物質、有利にはY<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup>（YAG:Ce）が添加されている。

図2に示す本発明の半導体発光素子の実施例が図1に示す本発明の半導体発光

素子の実施例と相異なる点は、半導体基体1及び電氣的接続端子2、3の部分領域がルミネセンス変換-外囲器エンベロープにより包囲されているのではなく、透明な外囲器、エンベロープ

15により包囲されていることである。当該外囲器、エンベロープ15は、半導体基体1により送出されたビームの波長変化を生じさせないものであり、例えば、発光ダイオード技術で従来使用されているエポキシ樹脂、シリコン樹脂又は他の適当なビーム透過性の材料、例えば、無機ガラスから成る。

当該の外囲器エンベロープ15上にルミネセンス変換層4が被着されており、該ルミネセンス変換層4は、図2に示すように外囲器エンベロープ15の表面全体を被う。同様に、ルミネセンス変換層4が当該表面のたんに一部のみを被うことも可能である。ルミネセンス変換層4は、例えば同じく透明なプラスチック（例えば、エポキシ樹脂、ラック、又は、ポリメタクリルさんメチル（polymethylmethacrylate））から成り、これには蛍光物質6が添加されている。この場合も、白色発光する半導体発光素子に対する蛍光物質としては有利にはYAG：Ceが好適である。

前記の実施例の有する特別な利点とするところは、半導体基体から送出されるビーム全体に対して、ルミネセンス変換素子により波長が等しくなることである。このことは、殊に、次のような場合特別な重要性がある、即ち、屢々起こるように、半導体発光素子から放射される光の精確な色相が当該の波長に依存する場合、特別な重要性を有する。

図2のルミネセンス変換層4からの光の一層良好な出力結合のため、構成素子の一方の側面にレンズ状のカバー29（破線で示す）を設けることができ、該レンズ状カバー29は、ルミネセンス変換層4内でのビームの全反射を低減するものである。上記のレンズ状のカバー29は透明プラスチック又はガラスから成ってよく、ルミネセンス変換層4上に、例えば接着されたり、又は直接ルミネセンス変換層4の構成部分として構成されてもよい。

図3に示す実施例では第1及び第2電気接続端子2、3は、不透光性の、場合

により、事前作成されたいしプレハブ式のベースケーシング8内に埋込まれている。事前作成されたいしプレハブ式のベースケーシングとは、半導体基体が電気接続端子2, 3に取付られる前に事前作成されたいしプレハブ式のベースケーシング8が、既に電気接続端子2, 3にて例えば射出成形により仕上がり完了しているということである。ベースケーシング8は、例えば、不透光性のプラスチックから成り、そして、切欠部は、その形状に関して作動中半導体基体から送出されたビーム（場合により内壁の適当なコーティングにより、）に対する反射器17として構成されている。そのようなケーシング8は、殊に、プリント配線上に表面実装可能な発光ダイオードの場合使用される。上記ケーシングは、半導体基体の取付前に、電気接続端子2, 3を有する

導体バンド（リードフレーム）上に、例えば鑄込み、ないし射出成形により）被着される。

切欠部は、ルミネセンス変換層4により被われており、前記ルミネセンス変換層4としては、例えば、別個に作成されていて、そして、ケーシング上に取り付けられたプラスチックから成る被覆板17により被われている。ルミネセンス変換層4に対する適当な材料としては同様に明細書冒頭説明部分において説明したプラスチック又は無機ガラスがそこに掲げられた蛍光物質と関連づけて対象と成る。切欠部9は透明プラスチックガラス、無機ガラス又はガスで充填されても良く、又真空状態にされてもよい。

図2の実施例におけるように、ここでもルミネセンス変換層4からの光の一層良好な出力結合のため、当該のルミネセンス変換層4上にレンズ状のカバー被覆体2.9（破線で示す）を設けることもでき、該カバー被覆体は、ルミネセンス変換層4内でのビームの全反射を低減するものである。当該のカバー被覆体は透明プラスチックから成ってよく、ルミネセンス変換層4上に例えば、接着したり、又はルミネセンス変換層4と共に一体的に形成されてもよい。

特に有利な実施形態では切欠部9は、図10に示すように、蛍光物質を有するコンポーネント、即ちルミネセンス外囲器エンベロープで充填されており、該ルミネセンス外囲器エンベロープはルミネセンス変換素

子を形成する。被覆体17及び／又はレンズ状のカバー被覆体29は省いてもよい。更に、オプションであるのは、図13に示すように第1の電気接続端子2が、例えばスタンピングにより半導体基体1の領域に反射器ウェルとして構成され、該反射器ウェルはルミネセンス変換－外囲器エンベロープで充填されている。

図4には、更なる実施例としてラジアルダイオード(Radial diode)として示されている。ここで、半導体基体1は、第1の電気接続端子2の、反射器として構成された部分16内に例えばろう付け又は接着により取り付けられている。その種のケーシング構成形態は、発光ダイオード技術では公知であり、従って、説明を要しない。

図4の実施例では半導体基体1は、透明外囲器エンベロープ15により包囲されており、2番目に挙げた実施例(図2)におけるように、半導体基体1から送出されるビームの波長変化を生じさせず、そして、従来発光ダイオード技術で使用する透明エポキシ樹脂から又は、有機ガラスから成っていてよい。

当該の透明外囲器エンベロープ15上には、ルミネセンス変換層4が被着されている。その材料としては、例えば、同じく、前述の実施例に関連して述べたプラスチック又は無機ガラスがそこに挙げられた色素と関連づけて対象とされる。

半導体基体1、電気接続端子2, 3の部分領域、透明外囲器エンベロープ15及びルミネセンス変換層4から成る構成全体が、直接的に、更なる透明外囲器エンベロープ10により包囲されており、該更なる透明外囲器エンベロープは、ルミネセンス変換層4を通るビームの波長変化を生じさせない。前記の外囲器エンベロープは、例えば、同じく従来発光ダイオードにて使用された透明なエポキシ樹脂又は無機ガラスから成る。

図5に示す実施例が図4に示す実施例と実質的に相異なる点は、半導体基体1の自由な表面が直接的にルミネセンス変換－外囲器エンベロープ5により被われており、該ルミネセンス変換－外囲器エンベロープ5は同じく、更なる透明外囲器エンベロープ10により包囲されていることである。更に、図5に例示されている半導体基体1では、下面コンタクトの代わりに、更なるコンタクトが半導体

多層構造7上に取り付けられており、該更なるコンタクトは、第2のボンディング線ワイヤ14を用いて、所属の電気接続端子2又は3に接続されている。勿論、その種の半導体基体は、他のすべての実施例においても使用可能である。勿論逆の図5の実施例においても、前述の実施例による半導体基体1が使用可能である。

念のため、ここで付言すべきことには勿論、図5の構成形態においても図1の実施例に類似して、一体的

なルミネセンス変換-外囲器エンベロップ5-これは、ルミネセンス変換-外囲器エンベロップ5と更なる透明外囲器エンベロップ10との組合せ結合体によって代わる-を使用できるということである。

図6の実施例では、ルミネセンス変換層4（上述のような材料）は、直接半導体基体1上に被着されている。当該の半導体基体1及び電気接続端子2、3はルミネセンス変換層4を通ってもビームの波長変化を生じさせない透明な外囲器エンベロップ10により包囲されており、例えば、発光ダイオードにて使用可能な透明なエポキシ樹脂又はガラスから作られている。

外囲器エンベロップなしで、ルミネセンス変換層4を備えた半導体基体1のケーシングを勿論、発光ダイオード技術から公知のすべてのケーシング構成形態（例えばSMDケーシング、ラジアル（Radial）ケーシング（図5を比較参照のこと）にて有利に使用できる。

図14に示す本発明の半導体発光素子の実施例では、半導体基体1上に透明なウエル部35が配置されており、該ウエル部35は半導体基体1上方にウエル36を有する。ウエル部35は、透明エポキシ樹脂又は無機ガラスから成り、そして例えば半導体基体1を含めて電気接続端子：2、3の射出成形により作られている。当該のウエル36内にはルミネセンス変換層4が配置されており、該ルミネセンス変換層4は、例えば

同じくエポキシ樹脂又は上記の無機の蛍光物質のうちの1つから成る粒子37内に固められている。この構成形態の場合、有利には著しく簡単に次のことが確保

される、即ち、蛍光物質が、半導体基体の作製の際、設定されていない箇所、例えば、半導体基体の傍らにて集結することが確保される。ウェル部分35は、勿論、別個に作製することもでき、例えば、ケーシング部分に、半導体基体1上方に取り付けることもできる。

上述の実施例のすべてにおいて、放射された光の色印象、色感の最適化のため、及び放射特性の適合化のためルミネセンス変換素子（ルミネセンス変換-外囲器エンベロープ5又は更なる透明外囲器エンベロープ15及び/又は場合により更なる透明外囲器エンベロープ10は有利には、所謂ディフューザ拡散体を有し得る。その種のディフューザの例は、ミネラル性の充填物質、殊に、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 又は $\text{BaSO}_4$ 又は有機色素である。前記材料は、簡単に上述のプラスチックに添加され得る。

図7、8及び12には、青色を放射する半導体基体（図7）（ $\lambda \sim 430 \text{ nm}$ ）のとき発光最大値）ないしそのような半導体基体を用いて作製された白色発光する本発明の半導体発光素子（図8及び12）のエミッション、放射スペクトルが示してある。横座標にはそれぞれ波長 $\lambda$ ，単位 $\text{nm}$ ，縦座標にはそれぞれ相対的エレクトロルミネセンス（EL）-強度がプロット

してある。

半導体基体から送出される図7に示すビームうち単に一部のみが比較的長い波長領域に変換され、その結果混合色として白色光が生じる。図8中の破線は、次のような本発明の半導体発光素子からのエミッション、放射スペクトルを表す、即ち2つの相補的波長領域（青と緑）から成るビーム、ひいては全体の白色光を送出する本発明の半導体発光素子からのエミッション、放射スペクトルを表す。ここで、エミッション、放射スペクトルは、ほぼ400と、ほぼ430 $\text{ nm}$ との間（青）の時、そして、ほぼ550とほぼ580との間（黄）の時それぞれ最大値を有する。実線31は、3つの波長領域（加法的色トリオ青、緑、赤）を混合する本発明の半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルを表す。ここで、エミッション、放射スペクトルは、例えばほぼ430 $\text{ nm}$ （青），ほぼ500 $\text{ nm}$ （緑）及びほぼ615 $\text{ nm}$ （赤）の波長の時最大値を有する。



更に、図11中に、青色光（ほぼ470nmの波長の時最大値）を放射する本発明の半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルを示す。肉眼にとっての放射された光の全色印象、全色感は、マゼンタである。半導体基体から放射されるエミッション、放射スペクトルは、同じく図7のそれに相応する。

図12は、図7のエミッション、放射スペクトルを

送出する半導体基体を備え、蛍光物質としてYAG:Ceが使用されている白色発光する、本発明の半導体発光素子のエミッション放射スペクトルを示す。半導体基体から送出される図7のビームのうち単に一部のみが比較的長い波長領域に変換され、その結果色の混合ないし混色として白色光が生じる。図8の種々の破線30～33は、次のような本発明の半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルを示す、即ち、ルミネセンス変換素子、本事例ではエポキシ樹脂から成るルミネセンス変換－外囲器エンベロープが種々のYAG:Ce濃度を有する本発明の半導体発光素子のエミッション、放射スペクトルを示す。各エミッション、放射スペクトルは、 $\lambda = 420\text{ nm}$ と $\lambda = 430\text{ nm}$ との間、即ち、青スペクトル領域にてそして、 $\lambda = 520\text{ nm}$ と $\lambda = 545\text{ nm}$ との間、即ち緑、青スペクトル領域にてそれぞれ強度最大値を有し、ここで、比較的長い波長の強度最大値を有するエミッション、放射バンドは大部分黄色スペクトル領域内に位置する。図12のダイヤグラムが明らかなように、本発明の半導体発光素子では簡単にエポキシ樹脂における蛍光物質の変化により、白色光のCIE色個所を変化させることができる。

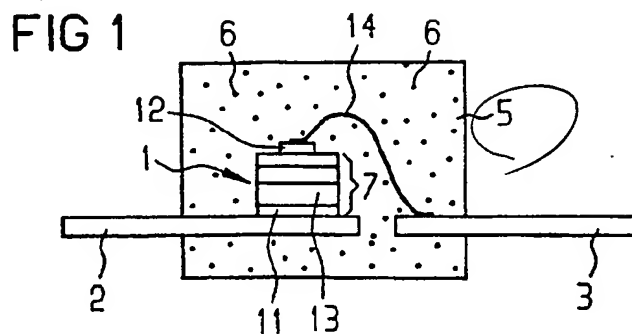
更にCe－ドーピングされた石榴石、Thiogallate、アルカリ土類－硫化物及びアルミ酸塩を半導体基体上に被着し、これをエポキシ樹脂又はガラス内に分散させることができる。

上述の無機の蛍光物質の更なる特別な利点とするところは、蛍光物質濃度が、例えばエポキシ樹脂中で有機の色素におけるとは異なって溶性により制限されないことである。それにより、ルミネセンス変換素子の大きな厚さは必要ない。

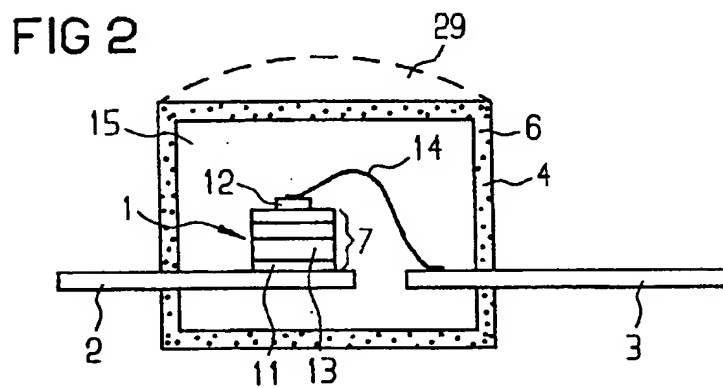
上述の実施例に即しての本発明の半導体発光素子の説明は、勿論、当該の実施

例に限定されるものではない。半導体基体、例えば発光ダイオードチップ又はレーザダイオードチップとは、相応のビームスペクトルを送出するポリマLEDと解すべきものである。

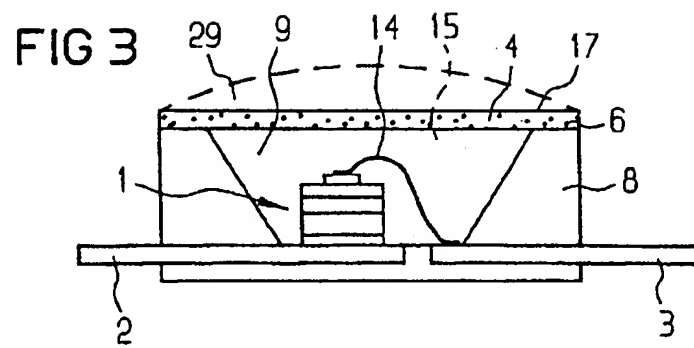
【図1】



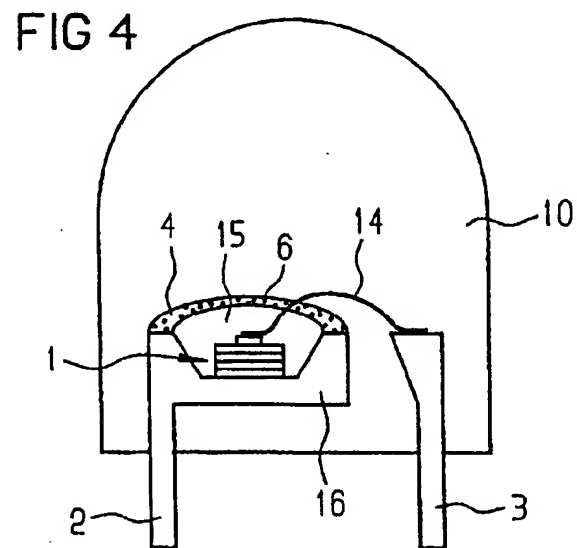
【図2】



【図3】

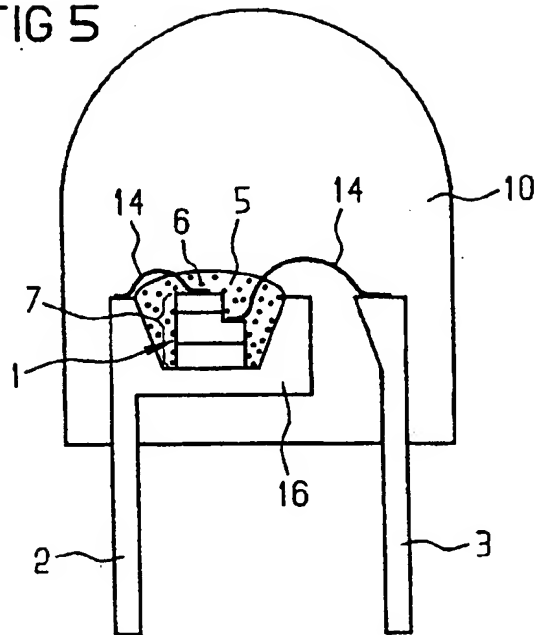


【図4】



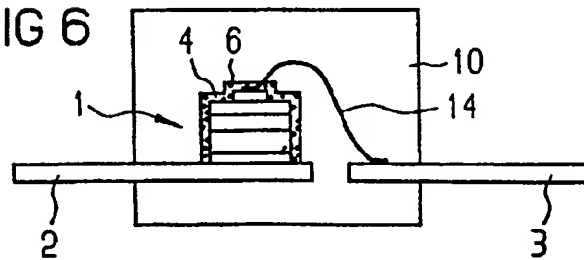
【図5】

FIG 5

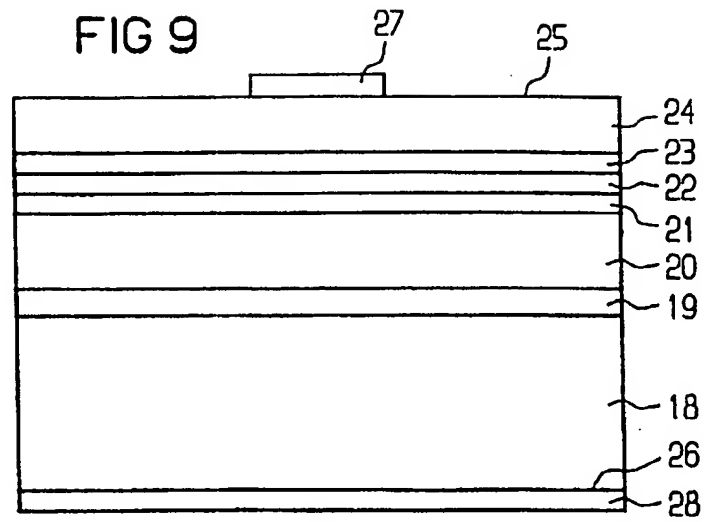


【図6】

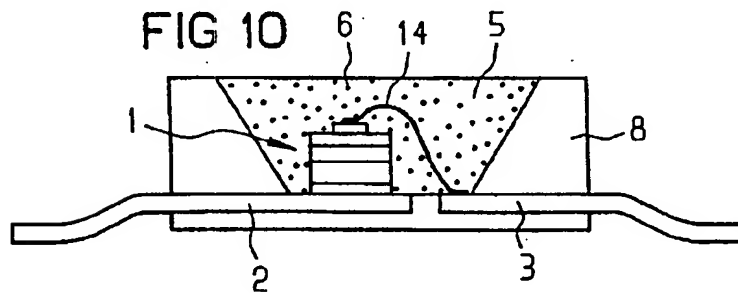
FIG 6



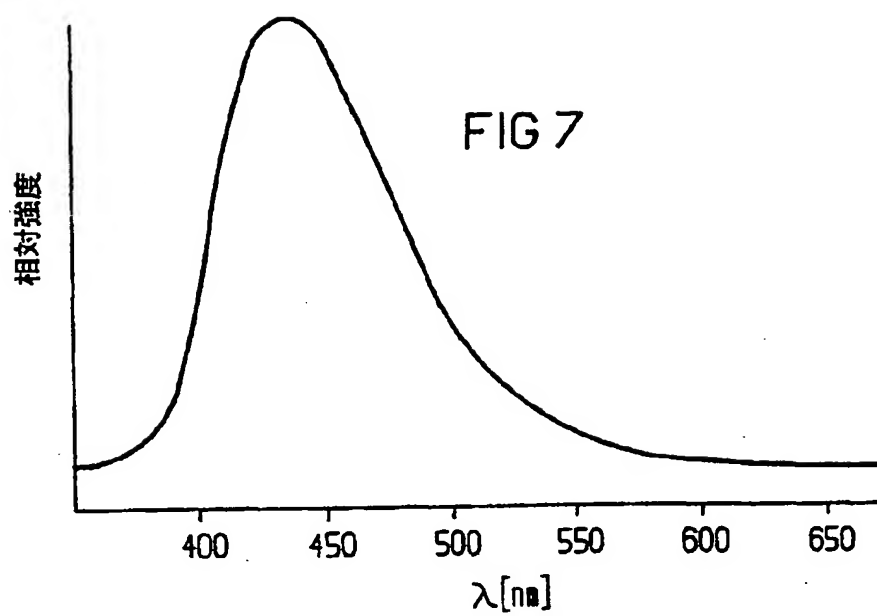
【図9】



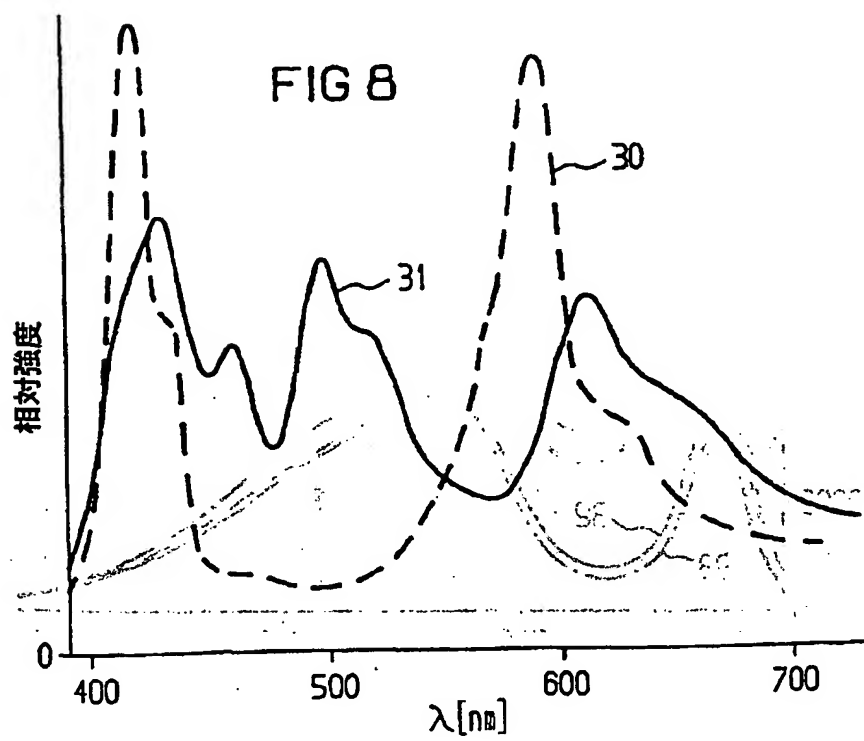
【図10】



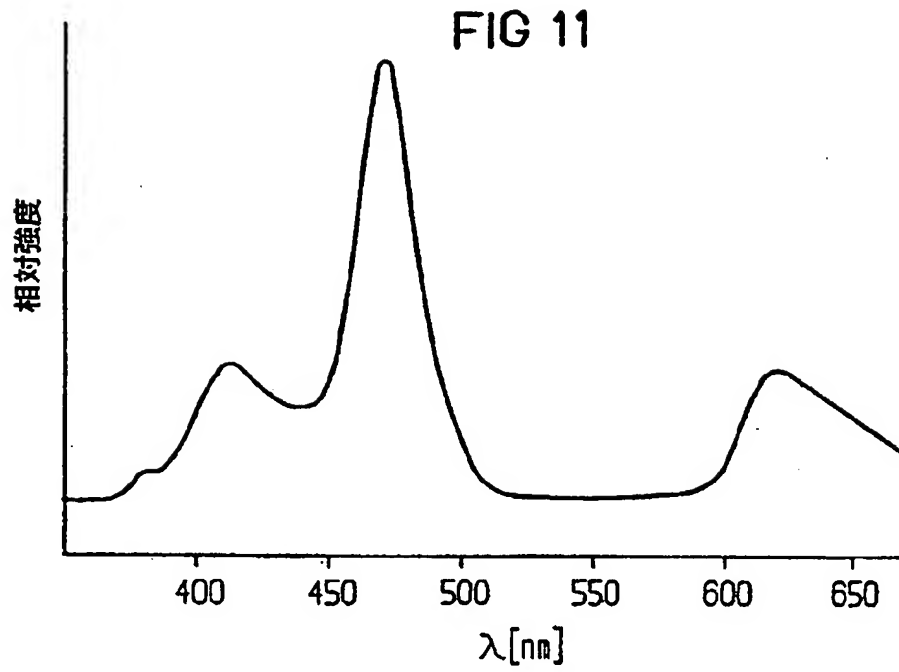
【図7】



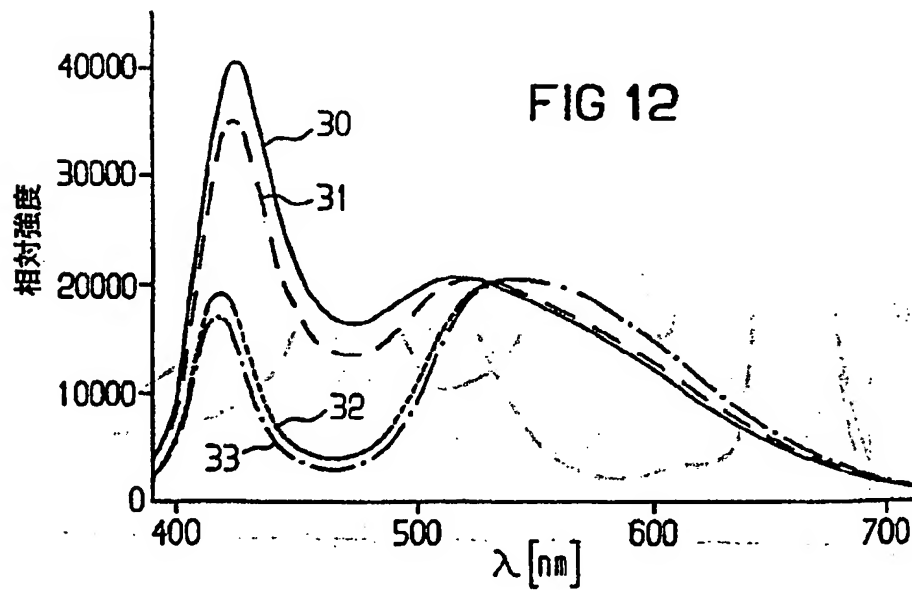
【図8】



【図11】

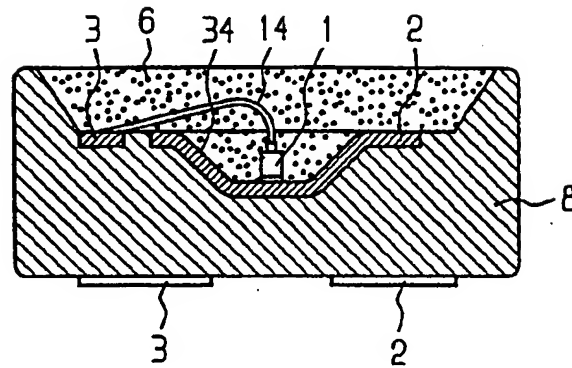


【図12】



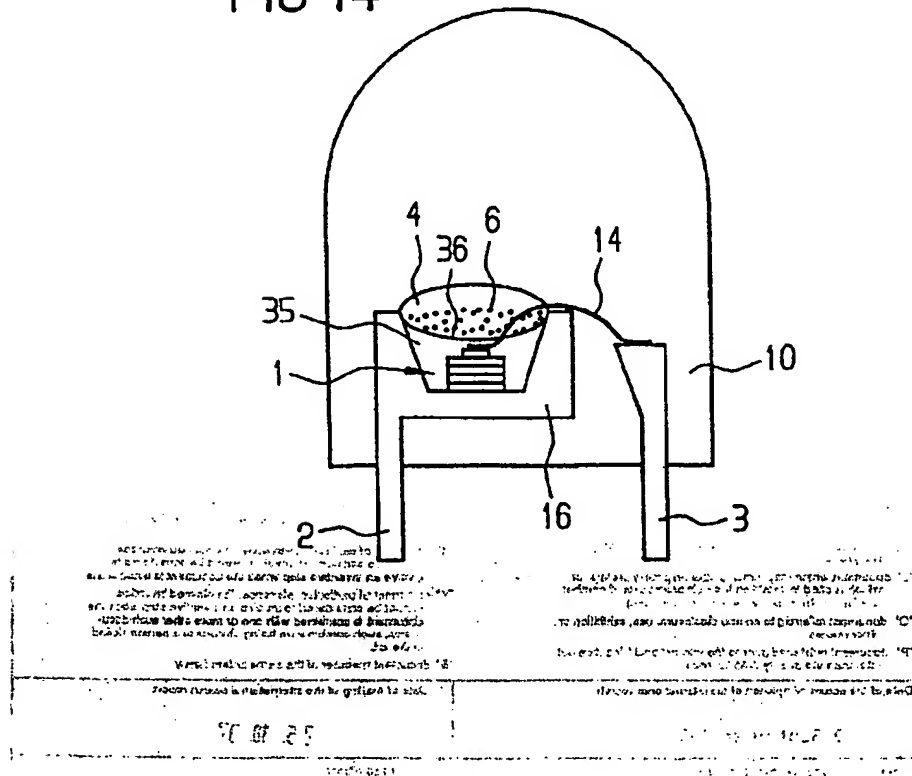
【図13】

FIG 13



【図14】

FIG 14





## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No.

PCT/DE 97/01337

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01L33/00 H01S3/19

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 017, no. 542 (E-1441), 29 September 1993<br>& JP 05 152609 A (NICHIA CHEM IND LTD),<br>18 June 1993,<br>see abstract | 1,5,10                |
| A          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 096, no. 005, 31 May 1996<br>& JP 08 007614 A (NICHIA CHEM IND LTD),<br>12 January 1996,<br>see abstract             | 1,4,6,8,<br>10,30     |
| A          | DE 90 13 615 U (LICENTIA<br>PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 6 December 1990<br>see the whole document   | 5,6,14,<br>16,23      |
|            | ---<br>-/--<br>---   |                       |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 September 1997

Date of mailing of the international search report

25. 10. 97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentamt 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 91 651 epe nl,  
Fax: (+31-70) 340-2016

Authorized officer

De Laere, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/DE 97/01337

## C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | DE 33 15 675 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS<br>CO) 3 November 1983<br>-----          |                       |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. and Application No

PCT/DE 97/01337

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 9013615 U                              | 06-12-90            | NONE                       |                     |
| DE 3315675 A                              | 03-11-83            | US 4599537 A               | 08-07-86            |

---

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L  
U, MC, NL, PT, SE), BR, CN, JP, K  
R, US

(72)発明者 ノルベルト シュタート  
ドイツ連邦共和国 D-93049 レーゲン  
スブルク ロジヌスヴェーク 11

(72)発明者 ギュンター ヴァイトル  
ドイツ連邦共和国 D-93049 レーゲン  
スブルク ブラッシュヴェーク 3

(72)発明者 ベーター シュロッター  
ドイツ連邦共和国 D-79113 フライブ  
ルク カマータールシュトラッセ 8アー

(72)発明者 ロルフ シュミット  
ドイツ連邦共和国 D-79279 フェアシ  
ュテッテン ミューレンシュトラッセ 14

(72)発明者 ユルゲン シュナイダー  
ドイツ連邦共和国 D-79199 キルヒツ  
ァルテン ノイホイザー シュトラッセ